

каюна [2]. Установлено, что подавляющее большинство видов альпийских растений закладывает цветочные почки в год, предшествующий цветению, т. е. перед уходом под снег. Это является хорошим приспособлением, обеспечивающим завершение цикла развития в условиях укороченного вегетационного периода. Для цветения этих растений требуется 10—22 дня, а весь вегетационный период составляет 60—74 дня.

Таким образом, с увеличением высоты местности сокращаются продолжительность вегетационного периода и сроки прохождения фенологических фаз развития, задерживается наступление фаз развития, особенно начало вегетации и, наоборот, удлиняется период зимнего покоя растений. Разница в сроках прохождения фенологических фаз более наглядна весной и летом, причем в луговом и альпийском поясах разгар цветения и аногий развития травостоя наблюдаются летом и совпадают с наиболее благоприятными сочетаниями климатических факторов. С увеличением высоты местности над уровнем моря число видов с заранее заложенными цветочными почками закономерно увеличивается, причем закладка цветочных почек и степень их дифференциации в основном определяются временем цветения и продолжительностью периода вегетации.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бейдеман Н. Н. Методика изучения растений и растительных сообществ. 153, Новосибирск, 1974.
2. Восканян Е. И. Бот. журн., 1, 2, 257—265, 1966.
3. Гиджаев В. Д. Динамика и производительность растительных формаций высокогорья Большого Кавказа, 105, Баку, 1974.
4. Зайцев Г. И. Фенология травянистых многолетников, 150, М., 1978.
5. Зироян А. И. Биолог. ж. Армении, 36, 3, 212—218, 1983.
6. Лукина И. А. В сб.: Экология и пастбищная дигрессия степных сообществ Забайкалья, 24—43, Новосибирск, 1977.
7. Наршли С. Г. Проблемы ботаники, 8, 231—245, 1966.
8. Нахуцишвили Г. Ш. Автореф. канд. дисс., Тбилиси, 29, 1960.
9. Работнов Т. А. Тр. Бот. ин-та АН СССР, сер. III, геобот. 6, 7—204, 1950.
10. Серебряков Н. Г. Морфология вегетативных органов высших растений, 391, М., 1952.
11. Шенников А. П. Тр. Вологодск. обл. с.-х. опытн. станции, 2, 5—21, 1927.

Поступило 29.III 1985 г.

Биолог. ж. Армения, т. 39, № 6, стр. 489—492, 1986 УДК 547.953+611.35+616.839.6

### СПЕКТР ФОСФОЛИПИДОВ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ФРАКЦИИ ПЕЧЕНИ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ДВУСТОРОННЕЙ ПОДДИАФРАГМАЛЬНОЙ ВАГОТОМИИ

Э. А. АВАКЯН, Л. М. ОВСЕПЯН, К. Г. КАРАГЕЗЯН

Ереванский государственный медицинский институт,  
Институт биохимии АН Армянской ССР, Ереван

Аннотация — Изучена динамика содержания фосфолипидного спектра митохондриальной фракции печени белых крыс после двусторонней поддиафрагмальной ваготомии. Первая неделя постоперационного периода

характеризуется уменьшением содержания основных фосфолипидов-глицеридов при одновременном чувствительном увеличении количества лизофосфатидилхолинов, обладающих мембранолитическим действием. В 30—90 дни постоперационного периода происходит упорядочение фосфолипидного состава и главным образом уровня фосфатидилсеринов, кардиолипнов, лизофосфатидилхолинов.

**Անտադիտ** — Երկկողմանի ենթադիաֆրագմայ վարստմիայից Հևտ ուսումնա-  
գիրվել է սպիտակ առնետների լյարդի միաոբոնդրիայ շրջանի ֆոսֆոլիպի-  
դային սպեկտրի պարունակության դինամիկան: Նստիրանատական շրջանի 1—7  
օրերին բնորոշ է իմնական ֆոսֆոլիպիդ-գլիցերիդների պարունակության նվա-  
զում: Մեկրրանայինիկ ազդեցությամբ ստված լիզոֆոսֆոլիպիդների սա-  
րունակության միաժամանակյա զգայի ափնացմամբ: Նստիրանատական շրջանի  
30—90 օրերը բնութագրվում են ֆոսֆոլիպիդային կազմի և իմնականում ֆոսֆո-  
տիդիլսերինների, կարդիոլիպիդների, լիզոֆոսֆատիդիլխոլինների մակարդակի  
կարգավորմամբ:

**Abstract** — The dynamics of the content of phospholipid spectrum of white rats liver mitochondrial fraction has been studied after bilateral subdiaphragmal vagotomy. The first week of postoperation period is characterized by the decrease of the quantity of main phospholipids-glycerides during simultaneous significant increase in the level of lysophosphatidylcholines, which have membranolytic properties.

In 30—90 days of postoperation period normalization of phospholipid composition and mainly of the level of phosphatidylserines, cardiolipins, lysophosphatidylcholines takes place.

*Ключевые слова:* ваготомия, фосфолипиды.

Интенсивное развитие трансплантологии сопровождается совершенствованием многочисленных методических подходов, в том числе и неврэктомии как одного из обязательных атрибутов этой бурно прогрессирующей отрасли прикладной медицины. Немаловажна роль неврэктомии и терапии ряда гастро-энтерологических и печеночных заболеваний.

Адаптационно-трофическая роль вегетативной нервной системы, сформулированная в фундаментальных исследованиях Орбели [4, 5], продемонстрирована и в отношении регуляторных систем процессов тканевого метаболизма, катализируемых каскадом ферментативных реакций. Выпадение контролирующего влияния нервного фактора при частичной денервации печени оставляет непоправимый след в виде острого подавления активности ключевых ферментов гликолиза, пентозофосфатного пути превращения сахаров и различных этапов процесса окислительного фосфорилирования [6].

Современная научная литература не богата сведениями, касающимися расстройств различных звеньев липидного метаболизма, имеются лишь отрывочные сведения относительно роли вегетативной нервной системы в регуляции процессов холестерина обмена [7].

Задачей настоящего исследования явилось изучение изменений спектра фосфолипидов (ФЛ) в митохондриальной фракции печеночной ткани белых крыс при двусторонней поддиафрагмальной ваготомии.

*Материал и методика.* Опыты проводили на беспородных белых крысах-самцах массой 180—200 г, содержавшихся на общем пищевом рационе. Животных опериро-

вали под легким эфирным наркозом. Через операционную рану, полученную срединным разрезом брюшной стенки в области нижнего отдела пищевода, производили перерезку левой и правой ветвей обоих блуждающих нервов с удалением их на протяжении 2 мм. Гомогенизирование печеночной ткани производили на холоду в среде, содержащей 0,25 М сахарозу и 0,01 М трис-НСl буфер с рН 7,4. Субилеточные органеллы отделяли центрифугированием [1]: ядра—при 850 g, митохондрии—при 11000 g (в течение 20 мин в центрифуге К-24). Фракционирование индивидуальных ФЛ производили с помощью одномерной хроматографии в тонком слое силикагеля марки КСК с использованием системы растворителей хлороформ:метанол:аммиак в соотношении 65:35:5. Идентификацию пятен ФЛ осуществляли использованием химически чистых свидетелей («Sigma», США). Минерализацию липидного фосфора проводили в среде серной и азотной кислот с последующим пересчетом количества неорганического фосфата в мкг на 1 мг сухой массы [3].

*Результаты и обсуждение.* Как показали результаты проведенных исследований (табл.), 1—7 дни после двусторонней поддиафрагмальной ваготомии характеризуются статистически достоверным уменьшением содержания тотальных ФЛ в пределах 23—26% по сравнению с одноименным показателем у интактных животных. Аналогичные сдвиги в значительно более выраженной форме обнаруживаются в 1-, 3- и 7-й дни после операции в содержании фосфатидилхолинов (ФХ), фосфатидилсеринов (ФС), фосфатидилэтаноламинов (ФЭ) и кардиолипинов (КЛ). Количественные изменения монофосфоинозитидов (МФИ) и сфингомиелинов (СФМ) при этом оказываются менее отчетливыми. Так, например, убыль содержания ФХ в отмеченные три дня первой недели постоперационного периода составляет соответственно 51, 53 и 47%, ФС—36, 31 и 12%, ФЭ—36, 28 и 21%, КЛ—44, 41 и 43%, в то время как уменьшение количества МФИ оказывается минимальным—15, 3, 18%, что можно отметить и в отношении уровня СФМ, снижающегося всего на 5, 8 и 21% соответственно. Описанные сдвиги в картине ФЛ спектра митохондриальной фракции денервированной печеночной ткани представляют существенный интерес, поскольку этим липидам в изученных органеллах отводится важное место как факторам, участвующим в регуляции активности мембраносвязанных ферментных систем дыхательной цепи. В связи с этим представляют интерес примеры искусственно достигаемой делипидизации митохондрий [8, 9] с преимущественным исключением присутствия КЛ, сопровождающиеся торможением активности цитохромоксидазы, сукцинатдегидрогеназы, глутаматдегидрогеназы и структурной дезорганизацией НАДН-дегидрогеназы.

На фоне наблюдавшегося нами чувствительного уменьшения содержания изученных ФЛ (глицеридов) в ответ на производственную двустороннюю ваготомию бросается в глаза отчетливое увеличение в митохондриальной фракции печени количественного содержания лизофосфатидилхолинов (ЛФХ), свидетельствующее о наиболее вероятном повышении при этом активности фосфолипазы А<sub>2</sub> и связанном с этим нарастании пула неэстерифицированных жирных кислот. Последние в сочетании с увеличением уровня ЛФХ, с одной стороны, и с возрастанием на этом фоне содержания липидных перекисей—с другой, принимают участие в формировании функционально активных комплексов,

Динамика содержания фосфолипидов (в мкг липидного фосфора/мг сухого остатка) в митохондриальной фракции печеночной ткани белых крыс в различные сроки после двусторонней поддиафрагмальной ваготомии

Фосфолипиды	Контроль (К)	Дни после двусторонней поддиафрагмальной ваготомии									
		1	разн. К	3	разн. К	7	разн. К	30	разн. К	90	разн. К
Монофосфоинозитиды	0.9±0.08	0.7±0.09 <sup>а</sup>	-15	0.8±0.06	-3	0.7±0.07 <sup>а</sup>	-18	0.7±0.04 <sup>а</sup>	-15	0.8±0.04	-8
Лизофосфатиднахолины	0.7±0.05	1.4±0.05 <sup>а</sup>	+95	1.4±0.07 <sup>а</sup>	+92	1.3±0.07 <sup>а</sup>	+84	1.0±0.09 <sup>а</sup>	+38	0.8±0.04 <sup>а</sup>	+11
Сфингомиелины	1.4±0.06	1.3±0.07	-5	1.3±0.03	-8	1.1±0.15 <sup>б</sup>	-21	1.3±0.09	-4	1.3±0.12	-6
Фосфатиднахолины	2.6±0.22	1.3±0.06	-51	1.2±0.12	-53	1.4±0.19 <sup>а</sup>	-47	1.6±0.13 <sup>а</sup>	-39	1.9±0.17 <sup>а</sup>	-28
Фосфатидилсерины	1.3±0.11	0.8±0.09 <sup>а</sup>	-36	0.9±0.09 <sup>а</sup>	-31	1.1±0.12 <sup>с</sup>	-12	1.7±0.17 <sup>б</sup>	+33	1.7±0.14 <sup>б</sup>	+33
Фосфатидилэтаноламины	1.5±0.17	1.0±0.11	-36	1.1±0.13 <sup>а</sup>	-28	1.2±0.19 <sup>г</sup>	-21	1.4±0.17	-8	1.2±0.12 <sup>с</sup>	-18
Кардиолипны	1.9±0.11	1.1±0.09 <sup>а</sup>	-44	1.1±0.13 <sup>а</sup>	-41	1.1±0.09 <sup>а</sup>	-43	1.4±0.13 <sup>а</sup>	-26	1.8±0.09	-6
Тотальные фосфолипиды	10.3±0.68	7.5±0.59 <sup>а</sup>	-26	7.8±0.66 <sup>а</sup>	-24	7.9±0.59 <sup>а</sup>	-23	9.2±0.61 <sup>а</sup>	-11	9.6±0.63	-7

Примечание: а— $P < 0,001$ , б— $P < 0,002$ , в— $P < 0,01$ , г— $P < 0,05$ , д— $P < 0,02$ ; в остальных случаях отклонения от контроля статистически недостоверны.



оказывающих мембранолитическое действие в условиях патологии. Не исключено также, что отмеченные факторы выступают и в роли составляющих сложного патогенетического комплекса, приводящего к набуханию и частичной дезинтеграции печеночных митохондрий с последующим исчезновением крист, разрывом внутренних и внешних митохондриальных мембран и пр. нарушениями, завершающимися сморщиванием, развитием необратимых дегенеративных и функциональных расстройств и гибелью этих органелл [2].

Последующее развитие постоперационного периода характеризуется постепенной нормализацией уровня изученных фракций ФЛ, начинающейся в среднем с 7-го дня после наготомии. Примечательно, что обратное развитие описанных нами нарушений в изученных звеньях обмена митохондриальных ФЛ характеризуется длительным течением. Несмотря на явную тенденцию к упорядочению, уровень основных мембранных ФЛ—ФХ статистически достоверно ниже, чем у интактных животных. К концу периода наблюдений содержание ФЭ в митохондриальной фракции денервированной печени претерпевает статистически недостоверные отклонения от нормы и свидетельствует о наступившем упорядочении в обмене этих соединений, количество ФС оказывается даже ниже исходных уровней, и это указывает на их участие в процессах репарации как метаболически весьма активно обменивающейся категории кислых ФЛ.

Спад выхода ЛФХ в митохондриях денервированной печени уже спустя 1 месяц после ваготомии мы склонны рассматривать как показатель ингибирования активности фосфолипазы  $A_2$  с вытекающими отсюда последствиями, выражающимися как в лимитировании интенсивности течения процессов деацелирования ФЛ и вовлечения освобождающихся при этом дезацелированных жирных кислот в реакции свободнорадикального перекисления, так и интенсификации тканевых процессов взаимопревращений ФХ, ФЭ и ФС. Результаты наблюдений, проведенных в 1—3 месяца восстановительного периода, характеризующегося мобилизацией компенсаторно-приспособительных механизмов организма, подтвердили правомерность наших предположений. Уменьшение содержания ФХ в митохондриях денервированной печени белых крыс в отмеченные сроки постоперационного периода сопровождается относительной стабилизацией уровня ФЭ при одновременном чувствительном увеличении количества ФС. По всей вероятности, развитие этих сдвигов можно объяснить быстро совершающимся карбоксилированием ФЭ, образующегося в результате деметилирования ФХ и превращающегося в ФС. Эти доводы, нуждающиеся в обстоятельном изучении и подтверждении, диктуют необходимость специального изучения динамики активности так называемой ФС-декарбоксилазы, катализирующей обратимый процесс карбоксилирования ФЭ и декарбоксилирования ФС, что представляет, по-видимому, одно из регуляторных звеньев метаболизма ФЛ, ответственных в первую очередь за восстановление структурно-функциональной архитектоники печеночных мембран. Это особенно необходимо при метаболических нарушениях, раз-

ыгрывающих в результате перенесенных экстремально-стрессорных воздействий на организм.

Изыскание соответствующих факторов и поиск методов целенаправленного применения их при отмеченных состояниях организма, в частности при ваготомии, могут внести весомый вклад в достижение эффекта мобилизации механизмов, направленных на форсированное восстановление нарушенных функций данного органа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арчаков А. И., Девченко В. М. Биохимия. 33, 479, 1968.
2. Зозуля Л. А. Булл. exper. биол. и мед., 83, 4, 420—422, 1977.
3. Методы биохимических исследований. Под ред. А. А. Меньшикова, Л., 1982.
4. Орбели Л. А. Физиол. журн. СССР, 35, 6, 594—600, 1949.
5. Орбели Л. А. Вопр. высш. нервн. деят., 44, 8, М.—Л., 1949.
6. Пурфенова Н. С. Булл. exper. биол. и мед., 7, 814—816, 1976.
7. Шапкина К. И., Фолина М. П., Парфёнова Н. С. Вопр. мед. химии, 4, 505—509, 1981.
8. Aswathi J. C., Chuang T., Keenan T., Crane T. L. Biochim. Biophys. Acta. 1, 226, 1971.
9. Zahler W. L., Fleisher S. Ibid. 2, 209, 1971.

Поступило 17.1 1986 г.

Биолог. ж. Армении, т. 39, № 6, стр. 492—497, 1986

УДК 577.15+577.3+591.99

### МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА КУР В ОНТОГЕНЕЗЕ

Т. К. ХАЧКАЛЯН, А. А. СИМОНЯН

Институт биохимии АН Армянской ССР, Ереван

Аннотация — Изучалась активность малатдегидрогеназы в субклеточных фракциях мозга кур в онтогенезе. Наблюдалось постепенное повышение активности фермента в цитоплазме и митохондриях в процессе эмбрионального и постэмбрионального развития мозга. Изменений оптимума рН не наблюдалось. Активность малатдегидрогеназы максимальна при рН 7,4 и значительно подавляется при рН 6,0 на всех изученных стадиях развития. Адениновые нуклеотиды подавляют активность обеих форм фермента на 20—40% в зависимости от стадии развития.

Անոտացիոն — Ուսումնասիրվել է մալատդեհիդրոգենազայի ակտիվությունը հաղնի ուղեղի ենթարջային ֆրակցիաներում օնտոգենեզում: Գիտվել է ֆերմենտի ակտիվության աստիճանական բարձրացում ցիտոպլազմայում և միտոքոնդրիումներում ուղեղի սաղմնային և հետսաղմնային զարգացման պրոցեսի ընթացքում: Օպտիմալ pH-ի փոփոխություն չի նկատվել: Ուսումնասիրված բոլոր փուլերում մալատդեհիդրոգենազայի ամենաբարձր ակտիվությունը դիտվել է pH 7,4-ի դեպքում, որը զգալիորեն ճնշվում է pH 6,0-ի դեպքում, Ազենինային նուկլեոտիդները, կախված զարգացման աստիճանից, 20—40%-ով ճնշում են ֆերմենտի երկու սևերի ակտիվությունը: